

## RF Magnetron Sputtering을 이용한 ATO 박막의 산소 유량에 따른 특성 변화

견동민, 이성욱, 박미주, 김영렬, 최원석\*, 홍병유\*\*

성균관대학교 정보통신공학부, 한밭대학교\*, 플라즈마응용 표면기술 연구센터\*\*

### The effect of O<sub>2</sub> flow rate on the characteristics of ATO Thin Films by RF Magnetron Sputtering

Dong-Min Kyeon, Sung-Uk Lee, Mi-Ju Park, Young-Ryeol Kim, Won-Seok Choi\*, Byungyou Hong\*\*

School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

Department of Electrical Engineering, Hanbat National University\*

Center for Advanced Plasma Surface Technology (CAPST), Sungkyunkwan University\*\*

**Abstract** : 현재 투명전극의 재료로 ITO, ZnO, SnO<sub>2</sub> 등의 재료가 주로 이용되며, 낮은 저항률을 장점으로 가지는 ITO 박막이 가장 널리 이용되고 있으나, 가격이 비싸다는 단점을 가지고 있다. 이 밖에도 ITO 박막보다 가격이 저렴한 ZnO 박막에 대한 연구가 많이 진행되고 있으나, 고온에서의 열적 불안정성 등의 문제로 상용화되지는 못하고 있다. 그러나 SnO<sub>2</sub> 박막은 ITO와 ZnO 박막보다 저항률이 다소 높지만, 우수한 열적, 화학적 안정성과 저렴한 가격으로 ITO 박막을 대체할 투명전도막 재료로 주목받고 있다. 본 연구에서는 SnO<sub>2</sub> 박막의 저항률 향상을 위하여 ATO (Antimony doped Tin Oxide) 박막을 RF Magnetron Sputtering 법으로 Corning glass 위에 증착하였으며, 박막 증착시 산소 유량의 변화가 ATO 박막의 구조적, 전기적 그리고 광학적 특성에 미치는 효과를 연구하였다. 본 실험에서는 동작압력을 10 mTorr, RF power를 250W로 고정하고 O<sub>2</sub> 유량을 부분적으로 변화시키면서 증착되어진 ATO 박막을 분석한 결과 Ar:O<sub>2</sub>의 비가 90:10일 때 최적의 가스비율로써 우수한 구조적, 전기적 그리고 광학적 특성을 보임을 확인하였다.

**Key Words** : ATO, Transparent conductive oxide, Resistivity, RF Magnetron Sputtering, O<sub>2</sub> flow rate

## 1. 서 론

투명전도막(Transparent Conductive Oxide, TCO)은 높은 전기전도특성과 400~800 nm 파장의 가시광 영역에 대한 광 투과도가 우수한 막을 말하며, 현재 displays, solar cell, optoelectronic devices 그리고 가스센서 등의 투명 전극으로 널리 응용되고 있다[1-4].

반도체 산화물을 이용하는 방법으로는 SnO<sub>2</sub>, ITO, CdO, ZnO 등의 재료가 주로 이용되며, 현재 낮은 저항률을 장점으로 가지는 ITO 박막이 가장 널리 이용되고 있으나, 가격이 비싸다는 단점을 가지고 있다. 이 밖에도 ITO 박막보다 가격이 저렴한 ZnO 박막에 대한 연구가 많이 진행되고 있으나, 고온에서의 열적 불안정성 등의 문제로 상용화되지는 못하고 있다. 그러나 SnO<sub>2</sub>는 ITO에 비하여 가격이 저렴하고 높은 기계적, 화학적 안정성에도 불구하고 단점으로 여겨지는 높은 비저항을 낮추기 위하여 Sb, Cl, F 등의 원소를 첨가함으로써 전도성, 투명성을 향상시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 6 wt%의 Sb가 첨가된 SnO<sub>2</sub> 박막을 RF magnetron sputtering 법으로 corning glass 7059에 증착하였으며, 산소 유량의 변화가 전기적, 구조적 그리고 광학적 특성에 미치는 영향을 관찰하였다.

## 2. 실험

표 1. 스퍼터링 조건

Target	SnO <sub>2</sub> :Sb (94:6 wt%)
Substrate	Corning glass 7059
Target-sub. distance	60 mm
Substrate temperature	RT
RF power	250 W
Base pressure	1.0×10 <sup>-6</sup> Torr
Working pressure	10 mTorr
Film thickness	200nm±20nm
Sputtering gas	Ar (95~75 sccm)
O <sub>2</sub> flow rate	5,10,15,20,25 sccm

실험에서 사용한 타겟은 SnO<sub>2</sub>와 Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 비가 94:6 (wt%)이고 순도 99.9% 이상인 ATO 타겟이며, 타겟의 크기는 지름 4 inch, 두께 1/4 T inch이다. 기판은 Corning glass 7059를 사용하였고 초음파세척기를 이용하여 아세톤, 알콜, DI water 순으로 세척을 하였다. 실험 조건으로 챔버의 base pressure는 1 × 10<sup>-6</sup> Torr 이하를 유지하고 working pressure는 10 mTorr로 고정하였다. 기판온도는 RT이며, RF power는 250 W로 고정하였다. 스퍼터 가스는 순도 99.999%의 Ar 가스를 사용하였으며, Ar 가스의 유량

은 산소 유량에 따라서 95~75 sccm, 산소 유량을 5, 10, 15, 20, 25 sccm으로 변화 시키면서 ATO 투명전도막의

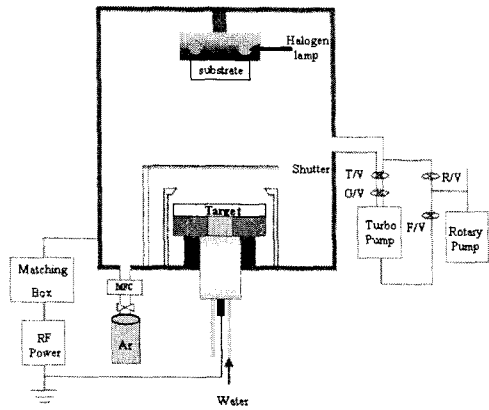


그림 1. Schematic diagram of RF magnetron sputtering system

전기적, 광학적, 구조적 특성을 알아보았다. 박막의 두께는 surface profiler (Alpha-step: TENCOR 500)를 사용해서 측정하였고, 박막의 결정성을 분석하기 위해 X-ray diffraction spectra (XRD: Bruker AXS D8 Discover)로 XRD 패턴을 구하였으며, Atomic force microscopy (AFM: SEIKO 400N)으로 박막의 표면 형상을 관찰하였다. 박막의 면저항은 4-point probe (CMT-ST 1000)를 사용하여 측정하였다. UV-visible spectrometer (Hitachi U 3000)를 사용하여 광 투과도를 측정하였다.

### 3. 결과 및 검토

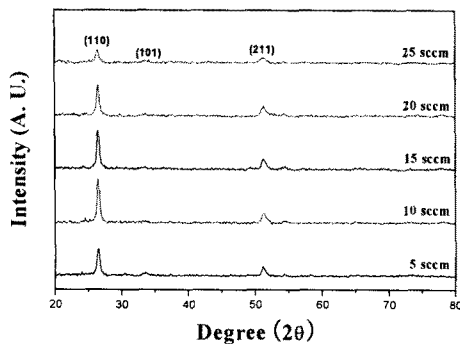


그림 2. X-ray diffraction spectra of the ATO films according to the O<sub>2</sub> flow rate

그림 2는 산소유량 변화로 증착된 각 박막들의 XRD 패턴을 나타내고 있다. 산소유량에 관계없이 (110)면에서 우선배향성을 나타내며, 산소유량이 10sccm 일 때 (110)면이 가장 강하게 우선배향성을 갖는 ATO 박막이 관찰되다가

산소의 유량이 더 증가함에 따라 ATO 박막의 결정성이 다시 나빠지는 것을 알 수 있다.

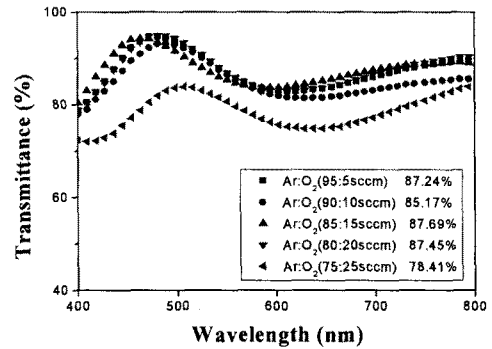


그림 3. Optical transmittance of the ATO films according to the O<sub>2</sub> flow rate

그림 3은 산소유량 변화에 따른 광 투과도를 나타낸 것이다. 산소유량변화에 광 투과도가 큰 차이는 보이지 않지만, 산소유량이 25 sccm인 경우, 78.74 %로 가장 낮은 투과도를 보였으며, 전기적, 구조적 특성이 가장 우수한 10 sccm의 산소유량에서는 85.17 %의 높은 투과도를 확인하였다. 이를 통해 광 투과도는 산소유량과는 큰 연관성이 없는 것으로 보인다.

### 4. 결론

RF magnetron sputter에 의한 ATO 박막의 산소유량에 의한 전기적, 구조적 그리고 광학적 특성을 확인하기 위하여 아르곤과 산소유량의 비를 변화시켜 ATO 박막을 제작, 평가 하였다. 아르곤과 산소유량의 비가 90:10 sccm일 경우, (110)면에서 가장 강한 우선배향성장함을 관찰할 수 있었으며,  $6 \times 10^{-3} \Omega\text{-cm}$ 의 저항률과 85.17 %의 광 투과도를 나타내었다.

### 참고 문헌

- [1] Murty N S, Jawalekar S R, Thin Solid Films, Vol. 108, p. 277, 1983
- [2] Park S M, Ebihara K, Ikegami T, Lee B J, Lim K B, Shin P K, Current Appl. Phys., Vol. 7, p. 474, 2007
- [3] Lampert C M, Sol. Energ. Mat., Vol. 6, p. 1, 1981
- [4] Chaturvedi A, Mishra V N, Dwivedi R, Srivastava S K, Microelectron. J., Vol. 31, p. 283, 2000